

Длительный срок службы АЭС и усугубление экологических проблем уже в ближайшей перспективе обусловят необходимость отказа от применения испарительного охлаждения технической воды на АЭС, как когда-то отказались от прямоточного охлаждения конденсаторов водой из рек и озер.

Также можно добиться частичного снижения выбросов водяных паров за счёт использования сбросной теплоты различными потребителями, например, для гидротеплиц, опреснительных установок, тепловых насосов, для подогрева биогазовых установок, в сельском хозяйстве, рыбоводстве и т.д.

Ещё одним путём решения данной проблемы может стать АЭС с непосредственным отводом тепла из конденсаторов турбин с помощью воздушного конденсатора [4].

**Заключение.** Актуализирована проблема вклада антропогенного водяного пара в «парниковый эффект». Водяной пар является основным «парниковым газом», поэтому необходимо учитывать его влияние. Снизить выбросы антропогенного водяного пара при работе ТЭС и АЭС можно при использовании «сухих градирен», а также сокращения количества сбросной теплоты за счёт утилизации её части.

#### Список использованных источников

1. Кузнецов В. М. Сухие градирни против парникового эффекта. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ng.ru/energy/2008-04-08/22\\_gradirni.html](http://www.ng.ru/energy/2008-04-08/22_gradirni.html) (дата обращения 01.11.15).
2. Бердин В. Х., Грицевич И. Г., Кокорин А. О., Федоров Ю. Н. Парниковые газы – глобальный экологический ресурс: справочное пособие. М.: WWF России, 2004. С. 17-18, С. 31-34.
3. Болдырев В. М. Похоже, альтернатив для сухих градирен нет // РЭА (Росэнергоатом). 2008. № 6.
4. Рончинский А. Б. АЭС с непосредственным отводом тепла конечному поглотителю // Безопасность, эффективность и экономика атомной энергетики: сб. докладов восьмой междунар. науч.-техн. конф. 23-25 мая 2012 г. М. : ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2012. С. 632-635.
5. Данилов-Данилян В. И., Лосев К. С. Экологический вызов и устойчивое развитие. М. : ПрогрессТрадиция, 2000.
6. Полтараков Г. И. Дилемма: градирни «мокрые» или «сухие». [Электронный ресурс]. URL: <http://proatom.ru/modules.php?file=print&name=News&sid=3823> (дата обращения 01.11.15).

УДК 544.726.2

Медведева А. Н., Третьякова Н. А.  
Уральский федеральный университет  
[annetmed@rambler.ru](mailto:annetmed@rambler.ru)

## ПОДБОР ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ РЕГЕНЕРАЦИИ КАТИОНИТА КУ-2·8 СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

**Аннотация.** В работе исследована регенерация ионита КУ-2·8 раствором серной кислоты. Исследовано влияние концентрации регенерирующего раствора и скорости его пропускания на процесс десорбции ионов меди (II) из катионита.

Загрязнение сточных вод тяжелыми металлами является проблемой, актуальной для многих стран. Тяжелые металлы классифицируются как токсичные вещества из-за их неспособности к разложению микроорганизмами и тенденции к биоаккумуляции в живых организмах. Так, медь при превышении ПДК может вызвать функциональные расстройства нервной системы, нарушения функций печени и почек, желудочно-кишечные расстройства и т. д.

Эффективным способом водоподготовки является метод ионного обмена, который позволяет не только очищать воду от загрязнителей до ПДК, но и утилизировать ценные компоненты, содержащиеся в сточных водах. Достоинствами данного метода являются небольшая площадь, занимаемая очистными установками, а также невысокая стоимость и доступность ионообменных материалов.

Отличительной способностью ионитов является то, что они способны обратимо обменивать ионы. На этом основано многократное использование одной и той же порции ионита для очистки сточных вод в промышленности, что, в свою очередь, создает проблему переработки и утилизации элюента.

В связи с этим целью данной работы был подбор оптимальных условий регенерации катионита КУ-2·8 серной кислотой.

В работе в качестве модельного раствора использовался водный раствор сульфата меди (II) с начальной концентрацией 1,0 г/л. Исследования проводились с использованием ионообменной колонки с фиксированным слоем. Для построения выходных кривых сорбции и десорбции в мерные колбы отбирались пробы фильтрата объемом 50 мл, которые затем анализировались на содержание меди. Концентрация ионов меди (II) в растворах определялась фотометрическим методом при длине волны 430 нм. Для чего использовались растворы цитрата аммония (40 %), трилона Б (0,1 М), аммиака (1:1), диэтилдитиокарбамата натрия (1 %).

Перед исследованием зависимости регенерации катионита от концентрации серной кислоты, проводили сорбцию ионов меди (II) катионитом. После проведения ионного обмена катионит регенерировали растворами серной кислоты 2,5; 5; 7,5; 10 %-ной концентраций со скоростью 5 мл/мин.

Таблица 1

Зависимость элюирования ионов меди из ионита от концентрации регенерирующего раствора

Объем пропущенного раствора, мл	2,5 %	5 %	7,5 %	10 %
	Остаточная концентрация ионов меди в растворе, г/л			
50	1784,10	1903,80	1681,50	1510,50
100	184,68	212,04	230,28	306,66
150	67,83	26,22	103,17	133,95
200	38,48	4,85	56,15	80,09
250	24,51	1,59	35,23	46,46
300	22,57	0,77	20,92	30,89
350	11,46	0,50	11,40	20,00
400	5,19	0,31	5,59	12,88
450	2,27	0,25		7,00
500	1,29	0,25		4,02
550	0,83	0,12		

Результаты исследования показали, что процесс десорбции при пропускании 5 %-ного раствора серной кислоты идет наиболее быстро (табл. 1): на снижение концентрации меди в элюате менее 1 г/л потребовалось 300 мл  $H_2SO_4$ ; при пропускании 2,5 %-ной серной кислоты на снижение концентрации меди в элюате менее 1 г/л потребовалось 550 мл  $H_2SO_4$ . Процессы регенерации 7,5 и 10 %-ным растворами серной кислоты идут хуже, что, возможно, связано с процессом зашлаковывания в слое катионита.

На основании вышеизложенных результатов для исследования влияния скорости регенерации был выбран 5 %-ный раствор серной кислоты, который пропускали через отработанный катионит со скоростями 20, 10 и 5 мл/мин.

Полученные данные показали, что при скоростях пропускания регенерирующего раствора 10 и 20 мл/мин. не имеется значимых различий (табл. 2); процесс десорбции при скорости пропускания 5 мл/мин идет заметно быстрее, кроме того, на снижение концентрации меди в элюате до величины меньше 1 мг/л потребовалось 300 мл  $H_2SO_4$ , в то время как при скоростях 10 и 20 мл/мин – 550 мл.

Таблица 2

Зависимость элюирования ионов меди из ионита от скорости пропускания регенерирующего раствора

Объем элюата	5 мл/мин	10 мл/мин	20 мл/мин
	Остаточная концентрация ионов меди в растворе, мг/л		
50	1903,80	1829,70	1869,60
100	212,04	220,02	262,20
150	26,22	98,61	127,68
200	4,85	49,88	64,98
250	1,59	23,94	33,92
300	0,77	13,22	16,82
350	0,50	6,00	10,26
400	0,31	3,29	5,02
450	0,25	1,93	6,61
500	0,25	1,89	2,34
550	0,12	0,91	0,62
600	0,09	0,11	0,33
650		0,05	0,22
700		0,05	0,22
750			0,19
800			0,07
850			0,07

Таким образом, с целью сокращения затрат серной кислоты на регенерацию и затрат на переработку элюатов, процесс десорбции следует проводить раствором 5 %-ной серной кислоты с меньшей скоростью пропускания.